

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許出願公告番号

特公平8-1534

(24) (44) 公告日 平成8年(1996) 1月10日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 G 15/09		Z		
// G 0 3 G 15/06	1 0 1			

発明の数 1 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願昭60-217561	(71) 出願人	999999999 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	昭和60年(1985) 9月30日	(72) 発明者	細井 敬 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
(65) 公開番号	特開昭62-75687	(72) 発明者	田嶋 初雄 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
(43) 公開日	昭和62年(1987) 4月7日	(72) 発明者	斉藤 敬 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 山田 隆一 (外1名)
		審査官	伊藤 昌哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 現像装置

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 トナー粒子と磁性粒子とを有する2成分現像剤を収容する現像剤容器と、静電像担持体と対向して現像部を形成し、かつ、現像剤を担持して移動する現像剤担持部材と、この現像剤担持部材上の現像剤量を規制する規制部材と、静電像担持部材と現像剤担持部材間に交番電界を形成する手段と、を有する現像装置において、

上記磁性粒子は実質的に球形であり、現像部の磁性粒子が占める体積が1.5乃至30%であり、規制部材下流における現像剤担持部材上の現像剤塗布量が $0.5 \sim 5.0 \times 10^{-2}$ g/cm²であることを特徴とする現像装置。

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は電子写真法あるいは静電記録法などによって

2

形成された潜像を現像する現像装置に関する。

背景技術

出願人は、現像剤の薄層を現像剤担持体上に形成し、該薄層の現像剤を潜像に接近させ、この接近部分に交互電界を印加して現像を行なう現像装置を提案した(特公昭58-32375号、同58-32377号明細書)。

この装置は現像効率(現像部に存在するトナーのうち現像に消費され得るトナーの割合)が高く、小型化などの面で非常に有用であるが、この装置において使用される現像剤は一成分磁性トナーであるために、トナーは磁性材を含有することが必須であり、このため現像像の定着性が悪いこと、またカラー画像の再現性が悪いこと、などの欠点を有する。

この欠点を補う装置として出願人は、非磁性トナーを使用し、非磁性トナーのみの薄層を現像剤担持部材上に

形成する方法および装置を開発し、非磁性トナーのみの薄層を潜像に對面させて交互電界を印加して現像を行なう現像方法および装置を提案した（特開昭58-143360号、同59-101680号明細書）。

これは、前記の磁性トナーを使用する現像装置の利点を保ちつつ、トナーが磁性材料を含有することによる欠点を解消したので有用であるが、現像像の濃度が比較的低いことおよび後述の負性特性（画像濃度が潜像電位の上昇とともに低下すること）を示す場合があるなどの現像特性の欠点が見出された。

また、いわゆる2成分磁気ブラシ現像法として知られているもの（例えば、特開昭53-93841号明細書）は、非磁性現像剤を使用できるが、現像部における磁気ブラシ中の消費可能なトナーの割合が少ないので現像効率が低い、ブラシによる摺擦の跡が帰目のように現像像に発生するなどの欠点がある。

発明の目的

したがって、本発明は現像効率が高く、高画像濃度の現像像を形成することができ、しかも負性特性がない現像装置を提供することを目的とする。

発明の概要

本発明によれば、トナー粒子と磁性粒子とを有する2成分現像剤を収容する現像剤容器と、静電像担持体と對向して現像部を形成し、かつ、現像剤を担持して移動する現像部担持部材と、この現像剤担持部材上の現像剤量を規制する規制部材と、静電像担持部材と現像剤担持部材間に交番電界を形成する手段と、を有する現像装置において、上記磁性粒子は実質的に球形であり、現像部の磁性粒子が占める体積が1.5乃至30%であり、規制部材下流における現像剤担持部材上の現像剤塗布量が $0.5 \sim 5.0 \times 10^{-2} \text{g/cm}^2$ であることを特徴とする現像装置が提供され、これによれば、現像部にはトナー粒子に加えて磁性粒子がわずかに存在する（1.5～30%の体積を占める）ので、これが磁力の影響下で、粗（密でなく）の状態、すなわち疎らな状態の穂を形成し、その作用によって現像特性が改善される。

実施例

第1図は本発明の実施例による現像装置の断面図である。

本図において、1は像されるべき静電潜像を担持する静電潜像担持体であり、具体的には無端移動可能な感光ドラムあるいはベルトもしくは誘電体ドラムあるいはベルトなどである。この上に静電潜像を形成する方法は本発明の要旨ではなく、公知の方法でよい。本実施例では静電潜像担持体は電子写真法によって静電潜像が形成される感光ドラムであり、矢印aの方向に回転可能である。

本実施例の装置は現像剤容器21、現像剤保持部材である現像スリーブ22（以下単にスリーブと呼ぶ）、磁界発生手段である磁石23、スリーブ22上で現像部に搬送される現像剤の量を制御する規制ブレード24（以下単にブレ

ードと呼ぶ）、交互電界形成手段である電源34などを有する。以下それぞれの構成を説明する。

容器21は磁性粒子27とトナー粒子28とを混合物として有する現像剤を収容する。トナー粒子は本実施例では、例えばカーボン10部、ポリスチレン90部を主体として形成された粒径 $7 \sim 20 \mu\text{m}$ の非磁性トナー粒子である。トナー粒子と磁性粒子とは本実施例では、スリーブ22近傍で磁性粒子の濃度が高く、スリーブ22から離れたところでは低いように収容されているが、均等な混合物として容器21内に収容してもよい。容器21は第1図左下部に開口を有する。

スリーブ22は、例えばアルミニウムなどの非磁性材料製であり、容器21の上記開口部に設けられ、その表面の一部を露出させ、他の面を容器21内に突入させている。スリーブ22は図面に直角な軸の回りに回転可能に軸支され、矢印bで示す方向に回転駆動される。本実施例ではスリーブ22は円筒状のスリーブであるが、これは無端ベルトでもよい。

スリーブ22は感光ドラム1に対して微小間隙をもって對向して現像部を構成する。この現像部にはトナーおよび磁性粒子がスリーブ22によって搬送され、ここには体積比率で（1.5～30%）の磁性粒子が存在する。この点については後述する。

磁石23はスリーブ22内部に静止的に固定され、スリーブ22の回転時にも不動である。磁石23は後述のブレード24と協働してスリーブ22上への現像剤塗布量を制御するN磁極23a、現像磁極であるS磁極23b、現像部通過後の現像剤を容器21内に搬送するN磁極23cおよびS磁極23dを有する。S極とN極は逆でもよい。この磁石は本実施例では永久磁石であるが、これに代えて電磁石を使用してもよい。

ブレード24は本実施例では、少なくともその先端が例えばアルミニウムなどの非磁性材料製であり、容器21の開口の上部近傍でスリーブ22の長手方向に延在し、その基部は容器21に固定され、先端側はスリーブ22の表面に間隙をもって對向している。ブレード24の先端とスリーブ22の表面との間隙は $50 \sim 500 \mu\text{m}$ 、好ましくは $100 \sim 350 \mu\text{m}$ であり、本実施例では $250 \mu\text{m}$ である。この間隙が $50 \mu\text{m}$ より小さいと、磁性粒子がこの間隙部に詰まり易く、 $500 \mu\text{m}$ を越えると、磁性粒子およびトナーが多量に間隙を通過し、スリーブ22上に適当な厚さの現像剤層が形成できない。現像剤層の厚さは後述の現像部における感光ドラム1とスリーブ22との間隙よりも小さい（ただしこのとき現像部の厚さとは磁力が働いていない状態でのスリーブ22上での厚さである）。このような厚さの現像剤量を作るためには、ブレード先端とスリーブ面との間隙は、スリーブ面との感光ドラム面の間隙と同等または小さいことが好ましいが、それ以上にしても可能である。

ブレード24の容器21内部側には、磁性粒子循環限定部

材26が設けられ、これは後述の磁性粒子の容器21内での循環域を制限する。

電源34は感光ドラム1とスリーブ22との間に電圧を印加して、それらの間の空隙に交互電界を形成させ、スリーブ22上の現像剤からトナーを感光ドラム1に転移させる。電源34による電圧は正側と負側のピーク電圧が同じである対称型交互電圧でも、このような交互電圧に直流電圧を重ねた形の非対称交互電圧でもよい。具体的な電圧値としては、例えば暗部電位-600V、明部電位-200Vの静電潜像に対して、一例として、直流電圧-300Vを

容器21の下部は感光ドラム1の方向に延びて延長部を構成し、現像剤（特にトナー粒子）が外部に漏れることを防止している。また、このような漏出の防止をさらに確実ならしめるために、前記延長部の上面に、漏出現像剤を受取ってこれを拘束する部材29を設けている。さらに、前記延長部の先端にはスリーブ22の長手方向に沿って飛散防止部材30が図示のごとく固定されている。この部材30にはトナー粒子と同極性の電圧を印加してもよい。これによって現像領域から飛散したトナーを電界によって感光ドラム3の方向へ押しつけ、トナーの飛散を防止することができる。

スリーブ22の長手方向両端部には、現像剤阻止部材25が設けられ、スリーブ22両端部での現像剤の塗布を阻止している。

つぎに本実施例の現像装置の作動について説明する。まず、容器21に磁性粒子27を投入する。投入された磁性粒子は磁極23aおよび23dによってスリーブ22上に保持され、容器21内に面するスリーブ22の表面全体に渡って付着し、磁性粒子層を構成する。この磁性粒子層の磁極23aおよび磁極23dに近い部分では磁性粒子27は磁気ブラシを構成する。その後、トナー28を容器21内に投入し、前記磁性粒子層の外側にトナー層を形成する。前記の最初に投入する磁性粒子27は磁性粒子に対して、もともと2〜70%（重量）トナーを含むことが好ましいが、磁性粒子のみとしてもよい。磁性粒子27は一旦スリーブ22表面上に磁性粒子層として吸着保持されれば、装置の振動やかなり大きな傾きによっても実質的な流動あるいは傾斜は発生せず、スリーブ22の表面を覆った状態が維持される。

つぎに、スリーブ22を矢印方向に回転すると、磁性粒子は容器21の下部からスリーブ22の表面に沿った方向に上昇し、ブレード24の近傍に至る。そこで、磁性粒子の一部はトナーとともにブレード24の先端とスリーブ22の表面との間隙を通過し、他部は部材26に衝突した後、反転して磁性粒子の上昇経路の外側を重力によって下降して容器21の下部に至り、再びスリーブ22の近傍の上昇して上記動作を繰り返す。なお、容器21の下部からブレード

24に向って上昇する磁性粒子27のなかにはブレード24の近傍に至る前に反転して落下するものもある。これは特にスリーブ22の表面から遠い磁性粒子に顕著に見られる。

このようにして、ブレード24の近傍あるいはその手前で反転して落下する磁性粒子はその外側のトナー層からトナー粒子を取込んで行く。

スリーブ22の回転とともにこのように循環することによって、トナー28は磁性粒子27およびスリーブ22表面との摩擦によって帯電する。

ブレード24の手前近傍では、スリーブ22の表面に近い磁性粒子27は磁極23aによってスリーブ22表面に引付けられ、スリーブ22の回転とともにブレード24の下方を抜けて容器21外に出る。このさい磁性粒子27はその表面に付着したトナーと一緒に運び出す。また帯電したトナー粒子28の一部はスリーブ22表面に鏡映力によって付着したままスリーブ22上を容器外に出る。ブレード24はスリーブ22上に塗布される現像剤量を規制する。

このようにしてスリーブ22の表面上に形成された現像剤層（磁性粒子27とトナー28との混合体）はスリーブ22の回転とともに感光ドラム1と対面する現像部に至る。ここでは、感光ドラム1とスリーブ22との間に印加される交互電界によってトナーがスリーブ22の表面および磁性粒子の表面から潜像上に転移し、該潜像を現像する。現像部における磁性粒子の体積比率は1.5〜30%である。この点については詳述する。

ひきつづくスリーブ22の回転によって、現像に消費されなかったトナー粒子および磁性粒子は容器21内に回収され、容器21内で前述の循環作用によって再びスリーブ22上に塗布される工程を繰返す。この再度の循環時に磁性粒子は容器21上部のトナー層からトナーを取込んで、現像に消費された分のトナーの供給を受ける。

第2図は現像部における挙動を説明するための拡大断面図である。感光ドラム1は潜像を構成する電荷を所持し、本実施例においては静電潜像を構成する電荷は負極性であり、トナーは正極性に帯電している。また、この実施例においては感光ドラム1とスリーブ22とは同一周方向移動となるように矢印のごとく回転する。これらの間の空隙には電源34によって前述の交互電圧が印加される、交互電界が形成される。一方、感光ドラム1とスリーブ22との最近接部に対応してスリーブ22の内部には磁石23の磁極23bがある。

この空間には、前述のごとくスリーブ22の回転によって搬送されてきた磁性粒子27とトナー28との混合物である現像剤である。ここに磁性粒子27が存在する点において前記のいわゆる一成分非磁性現像剤薄層による現像方法の場合（特開昭58-143360号および同59-101680号明細書）とは本質的に異なっている。また、この部分における磁性粒子の体積比率（後述）の関係から、存在する磁性粒子の量は通常のいわゆる磁気ブラシ現像方法を比

較して、はるかに少なく、この点において磁気ブラシ現像方法とも本質的に異なる。この少ない磁性粒子27が磁極23aの作用で、鎖状に連なった穂51を粗の状態、すなわち疎らな状態で形成する。

現像部における磁性粒子27の挙動は自由度が増加しているのも、特殊なものとなっている。

つまり、このまばらな磁性粒子の穂は均一な分布を磁力線方向に形成すると共に、スリーブ表面と磁性粒子表面の両方の開放することができるため、磁性粒子表面の付着トナーを穂に阻害されることなく感光ドラムへ供給でき、スリーブ表面の均一な開放表面の形成によって、スリーブ表面に付着したスリーブが交番電界でスリーブ表面から感光ドラム表面へ飛翔できる。

ここで磁性粒子の挙動及びトナー粒子の飛翔について説明する。

第2図に示されるように、本実施例においては静電潜像は負電荷（画像暗部）によって構成されているので、静電潜像による電界は矢印aで示す方向である。交互電界による電界の方向は交互に変化するが、スリーブ22側に正成分が印加されている位相では、これによる電界の方向は潜像による電界の方向と一致している。この時に電界によって穂51に注入される電荷の量は最大となり、したがって、穂51は図示のごとく最大起立状態となつて、長い穂は感光ドラム1表面に伸びる。

一方、スリーブ22および磁性粒子27の表面上のトナー28は前述のごとく正極性に帯電しているので、この空間に形成されている電界によって感光ドラム1に転移する。このときに穂51は粗の状態で起立しているので、スリーブ22表面は露出しており、トナー28はスリーブ22表面および穂51の表面の両方から離脱する。加えて、穂51にはトナー28と同極性の電荷が存在するため、穂51表面上のトナー28は電氣的反発力によってさらに移動し易い。

交互電圧成分の負の成分がスリーブ22に印加される位相では、交互電圧による電界（矢印b）は静電潜像による電界（矢印a）と逆方向である。したがってこの空間部での電界は逆方向に強くなり、電荷の注入量は相対的に少なくなり、穂51は電荷注入量に応じて縮んだ接触状態となる。

一方、感光ドラム1上のトナー28は前述のごとく正極性に帯電しているので、この空間に形成されている電界によってスリーブ22あるいは磁性粒子27に逆転移する。このようにしてトナー28は感光ドラム1とスリーブ22表面あるいはトナー28表面との間を往復運動し、感光ドラム1およびスリーブ22の回転によって、これらの間の空間が広がるにつれて、電界が弱くなるとともに現像作用が完了する。

穂51にはトナー28との摩擦帯電電荷もしくは鏡映電荷、感光ドラム1の静電潜像電荷および感光ドラム1とスリーブ22との間の交互電界によって注入される電荷が

存在するが、その状態は磁性粒子27の材質その他によって決定される電荷の充放電時定数によって変化する。

以上のごとく、磁性粒子27の穂51は上述の交互電界によって微小なしかし激しい振動状態となる。

ここで、現像部における磁性粒子の体積比率について説明する。「現像部」とはスリーブ22から感光ドラム1へトナーが転移あるいは供給される部分である。「体積比率」とはこの現像部の容積に対するその中に存在する磁性粒子の占める体積の百分率である。本件発明者は種々の実験および考察の結果、上記現像装置においてはこの体積比率が重要な影響を有すること、およびこれを1.5~30%特に2.6~26%とすることが極めて好ましいことを見出した。

1.5%未満では、現像濃度の低下が認められること、スリーブゴーストが発生すること、穂51が存在する部分としない部分との間で顕著な濃度差が発生すること、スリーブ22表面上に形成される現像剤層の厚さが全体的に不均一となること、などの点で好ましくない。

30%を越えると、スリーブ面を閉鎖する度合が増大し、かぶりが発生すること、などの点で好ましくない。

特に、本発明は体積比率の増加あるいは減少にしたがって画質が単調に劣化または増加するのではなく、1.5~30%の範囲で十分な画像濃度が得られ、1.5%未満でも30%を越えても、画質低下が発生し、しかもこの画質が十分な上記数値の範囲ではスリーブゴーストもかぶりも発生しないという発明者が見出した事実に基づくものである。前者の画質低下は負性特性によるものと思われ、後者は磁性粒子の存在量が大きくなってスリーブ22表面を開放できなくなりスリーブ22表面からのトナー供給量が大幅に減少することから生ずると考えられる。

又、1.5%未満では、線画像の再現性に劣り、画質濃度の低下が顕著である。逆に30%を越えた場合は磁性粒子が感光ドラム面を傷つける問題、画像の一部として付着して行くために生じる転写、定着の問題がある。

そして、磁性粒子の存在が1.5%に近い場合は、大面積の一樣高濃度画像（ベタ黒）の再現時に、「あらび」と称せられる部分的現像ムラが発生する場合（特別環境下等）があるので、これらが発生しにくい体積比率とすることが好ましい。この数値は現像部に対して磁性粒子の体積比率が2.6%以上であることで、この範囲はより好ましい範囲となる。又、磁性粒子の存在が30%に近い場合は、磁性粒子の穂が接する部分の周辺にスリーブ面からのトナー補給が遅れる場合（現像速度大の時等）があり、ベタ黒再現時にうろこ状の濃度ムラを生じる可能性がある。これを防止する確実な範囲としては、磁性粒子の上記体積比率が26%以下がより好ましいものとなる。

体積比率が1.5~30%の範囲であれば、スリーブ22表面上に穂51が好ましい程度に疎らな状態で形成され、スリーブ22および穂51上の両方のトナーが感光ドラム1に

対して十分に開放され、スリーブ上のトナーも交互電界で飛翔転移するので、ほとんどすべてのトナーが現像に消費可能な状態となることから高い現像効率（現像部に存在するトナーのうち現像に消費され得るトナーの場合）および高画像濃度が得られる。好ましくは、微小なしかし激しい穂の振動を生じさせ、これによって磁性粒子およびスリーブ22に付着しているトナーがはぐされる。いずれにせよ磁気ブラシの場合などのような帰目むらやゴースト像の発生を防止できる。さらに、穂の振動によって、磁性粒子27とトナー28との摩擦接触が活発になるのでトナー28への摩擦帯電を向上させ、かぶり発生を防止できる。なお、現像効率が高いことは現像装置の小型化に適する。

上記現像部に存在する磁性粒子27の体積比率は

$$(M/h) \times (1/\rho) \times [C/(T+C)]$$

で求めることができる。ここで、Mはスリーブの単位面積当りの現像剤（混合物・・・非穂立時）の塗布量（g/cm²）、hは現像部空間の高さ（cm）、 ρ は磁性粒子の真密度g/cm³、C/(T+C)はスリーブ上の現像剤中の磁性粒子の重量割合である。

なお、上記定義の現像部において磁性粒子に対するトナーの割合は4～40重量%が好ましい。

上記実施例のように交番電界が強い（変化率が大いまたはVppが大い）場合、穂51がスリーブ22からあるいはその基部から離脱し、離脱した磁性粒子27はスリーブ22と感光ドラム1との間の空間で往復運動する。この往復運動のエネルギー大きいので、上述の振動による効果がさらに促進される。

以上の挙動は高速度カメラ（日立製作所製）で8000コマ/秒の撮影を行なって確認された。

感光ドラム1表面とスリーブ22表面との間隙を小さくして、感光ドラム1と穂51との接触圧力を高め、振動を小さくした場合でも、現像部の入口側および出口側では空隙は大きいので、十分な振動が起り、上述の効果が奏される。

逆に、感光ドラム1とスリーブ22との間隙を大きくして、磁界を印加しない状態で穂51は感光ドラム1に接触しないが、印加した場合は接触するような距離とすることが好ましい。

なお、前記の比較的低い抵抗値の磁性粒子27を使用する場合、感光ドラム1とスリーブ22との間に印加する交互電圧は、そのピーク値の際に潜像の暗部、明部のいずれにおいても間隙放電が発生しないように設定する必要がある。一方、比較的高い抵抗値の穂51を使用する場合は、交互電圧の周波数と穂51の充放電時定数を適切に選択することによって、間隙電圧が放電開始電圧に到達しないようにすることが好ましい。

これらを考慮した場合、穂51全体の抵抗としては、感光ドラム1に磁性粒子の穂が接触した状態で穂51の高さ方向の抵抗が $10^{15} \sim 10^6 \Omega \text{cm}$ の程度が好ましく、現像電

極効果を期待する場合は $10^{12} \sim 10^6 \Omega \text{cm}$ 程度が好ましい。

磁性粒子27は平均粒径が30～100 μ 、好ましくは40～80 μ である。一般的に平均粒径の小さいもの程、スリーブ22上でのトナーの摩擦帯電特性が優れ、スリーブゴースト（ベタ黒原稿を現像した直後のスリーブ回転による現像で濃度が低くなる現像あるいはスリーブの回転ごとに現像濃度が低下する現像として現れる）が発生しなくなる。しかし粒径が小さい場合は、静電保持体への磁性粒子の付着を発生する傾向がある。この付着位置は磁性粒子の抵抗値によって異なり、例えば比較的低抵抗なものでは画像部に付着し、高抵抗なものでは非画像部に付着する。これは一般的傾向で、実際には磁性粒子の磁気的特性、表面形状、表面処理材（樹脂コートを含む）も多少影響する。

現像部のスリーブ上の磁界が600～900Gの商業的電子写真現像装置においては、粒径が30 μ 以下では磁性粒子の付着が増大する。又100 μ 以上ではスリーブゴーストが目立つ。したがって上記範囲が好ましい。

本現像装置においては従来用いられていた2成分系の50～100 μ 程度の比較的高抵抗のキャリアを用いることができる。

各磁性粒子は磁性材料のみから成るものでも、磁性材料と非磁性材料との結合体でも良いし、磁性粒子全体としては二種類以上の磁性粒子の混合物でも良い。

つぎに、本発明による装置の潜像表面電位に対する現像画像濃度の関係、すなわち、いわゆるV-Dカーブ特性について説明する。

第3図は本実施例装置におけるV-DカーブをXで示す。縦軸はマクベス反射濃度計による光学的反射濃度値、横軸はスリーブ面を0電位とみなした時の感光ドラムとの相対的な電位差である。この特性は、低電位部でかぶりがなく、中間電位部で適切な傾斜（いわゆる「 γ 」）を有し、高電位部では十分な画像濃度が得られる点で、優れた特性であることが理解される。本発明によらない現像装置の一例として、本願同様にスリーブ上に供給された非磁性トナーによって交互電界の存在下で現像を行なういわゆる一成分非磁性現像剤薄層現像法（特開昭58-143360号明細書）を使用した場合のV-DカーブをYで示した。この現像方法はある電位以上の部分では電位の増加とともに画像濃度が低下するという負性特性を示し、高電位部について画像濃度が不足する傾向がある。これに比較して本発明のものは、低電位部においてかぶりがなく、中間電位部において γ の傾斜が緩やかであるので、過剰なエッジ効果が生ずることがなく、中間電位部から高電位部にかけても負性特性を示すことがなく、高電位部においても十分な画像濃度が得られる。

つぎに、現像部において好ましい状態の穂を形成するための条件について検討する。

第4図は現像部における好ましい穂の状態を示す。ここでは各穂が一本一本独立してスリーブ22上に均一に形成されている。

第5図は逆に好ましくない穂の状態を示す。ここでは磁性粒子27が塊となって存在している。この状態で現像を行うと鱗状のむらが画像に発生するので好ましくない。

発明者はこの磁性粒子27の塊の発生が、ブレード24の材料およびスリーブ22の中心から見たブレード24先端と磁極23aとの間の角度 θ に影響されることを見出した。

まずブレード24の材料については、非磁性材料が好ましい。磁性材料を用いた場合は磁力線がブレード24に集中し、磁性粒子27に対して強い磁氣的拘束力が強くなる。この拘束力に打勝って容器21外に出るためにはある程度以上のマスが必要となる。そしてこのマスに達するまでは強い磁氣的拘束力でブレード24近傍に滞ることになる。ある程度以上のマスになったときに初めて容器21外に出ることになる。したがって、スリーブ22上で現像部に至ったときは第5図のような状態になると考えられる。

ブレード24を非磁性材料製とした場合はブレード24先端近傍において磁力性の集中が起らないので、前記のごとき塊は形成されず、均一な状態で現像剤が塗布され、現像部におちて、粗で均一な穂が形成される。したがってブレード24としては非磁性材料が好ましい。ただし、弱磁性であれば（例えば、SUS304（JIS）を曲げて磁性を持たせたもの）、磁性材料でもよい。

つぎに、前記角度 θ については図示のごとくブレード24を磁極23aよりも下流側とするが、 $\theta < 2^\circ$ の範囲では磁性粒子27の塊が発生、あるいはスリーブ上に現像剤が均一な層として形成されない。これはブレード24の近傍で磁力線に沿って磁性粒子が粗の状態と並ぶことになり、一定以上の磁性粒子がここに貯ったのちに初めて出ていくことによると考えられる。一方 $\theta > 40^\circ$ では磁性粒子27の量の規制効果が著しく劣る。したがって $2^\circ \leq \theta \leq 40^\circ$ が好ましく、 $5^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$ が特に好ましいことが見出された。

なお角度 θ と現像剤通過量との関係は、 θ を小さくすると通過量は減少し、したがって現像部における体積比率は減少し、 θ を大きくすると逆の傾向となる。スリーブ22表面上に塗布されるトナーの量は θ に影響されずほぼ一定である。

前述のごとく本発明においては、トナーは磁性粒子27の表面とスリーブ22の表面との両方に保持される。これらのトナー量の比、すなわち磁性粒子に保持されるトナーとスリーブに保持されるトナーとの比が1:2~10:1

（重量比）範囲内の値が良く、特に好ましくは、1:1~5:1の範囲である。この比を1:2以下とするとV-Dカーブが第4図のYに近づき、好ましくない。逆に10:1以上であると、感光ドラム1に磁性粒子27が過度に接触して

磁性粒子27が感光ドラム1に過度に付着する傾向になり好ましくない。発明者の種々の実験の結果、上記の比を1:2~10:1とすると良好な画像が得られることが確認された。

この比率はスリーブ表面性、トナーの摩擦帯電特性、磁性粒子の特性・供給量を変えることによって、制御することができる。この中でも、大きな影響を与える因子としては磁性粒子の粒径と現像領域へ供給する磁性粒子の量があげられる。

すなわち、粒径を大きくすると、トナーを付着し得る磁性粒子の表面積が減少するため（比較のため磁性粒子の合計体積は一定とする）、現像部まで運ばれる磁性粒子付着トナー量は減少する。一方この減少量を補償するがごとくスリーブ付着トナー量は若干増加する。粒径は小さくすると逆の傾向となる。

磁性粒子の現像部への供給量については、供給量を増加すると、磁性粒子付着トナー量は増加する。一方この増加に伴いスリーブ付着トナー量は若干減少する。磁性粒子供給量を減少させた場合は上記の逆の傾向となる。

これらを適切に選択することによって上記比の所望の範囲を得ることができる。ただし、磁性粒子供給量を過度に増加すると感光ドラム1と直径感光ドラム1と接触する磁性粒子27の量が増加し、感光ドラム1への磁性粒子27の付着が発生する。また、磁性粒子や細かくすると磁氣的拘束力が低下し、やはり潜像保持体に磁性粒子が付着する。磁性粒子の供給量を増加していくこと、及び磁性粒子の粒径を小さくして現像に使わない過剰のトナーをも供給することは現像効率を低下させることになる。

発明者の種々の実験によれば、磁性粒子27の粒径および供給量を適切に選択すれば、上記比率を1:1~5:1の範囲とすることができ、良好な現像が行なわれる。

上記比率はつぎのようにして測定することができる。まず、スリーブ22上の磁性粒子を外部から磁石によってすべて吸引する。これによって吸引されたものは磁性粒子とそれに付着したトナー粒子である。これを洗浄し磁性粒子付着トナーの重量を測定できる。つぎに、スリーブ22上に残ったトナー粒子をすべて空気により吸引してフィルター内に集め、これを洗浄してスリーブ付着トナーの重量を得ることができる。あるいは、現像装置が安定している場合は、スリーブ22上の磁性粒子を外部から磁石によってすべて吸引、洗浄した後、別途現像剤層を形成し、これをすべて（磁性粒子、磁性粒子付着トナー、スリーブ付着トナー）吸引して洗浄後全トナー量を測定し、上記の磁性粒子付着トナー量との差引きにより求めてもよい。

つぎに、スリーブ上への現像剤の塗布量、すなわちブレード24の下流におけるスリーブ上の現像剤量（磁性粒子とトナーとの合計重量）については、種々の実験および検討の結果、この現像装置においては、各磁性粒子が

実質的に球状である場合、 $0.5 \sim 0.5 \times 10^{-2} \text{g/cm}^2$ が好ましいことが判明した。 $5.0 \times 10^{-2} \text{g/cm}^2$ を越えると現像像にかぶりが認められ、特に $6.0 \times 10^{-2} \text{g/cm}^2$ 以上ではかぶりが特に強く発生する。逆に $0.5 \times 10^{-2} \text{g/cm}^2$ 未満では磁性粒子の穂による帰る目が認識される。したがって上記範囲が好ましい。

つぎに、第1図の現像装置を用いた具体例について述べる。第1図において、スリーブ22として直径20mmのアルミスリーブの表面を、アランダム砥粒により不定型サンドブラスト処理したものを用い、磁石23として4極着

磁でN極、S極が交互に第1図で示されるようなものを用いた。磁石23による表面磁束密度の最大値は約900 Gaussであった。

ブレード24としては1.2mm厚の非磁性ステンレスを用い、上記角度 θ は 15° とした。

磁性粒子としては、表面にシリコン樹脂コートした粒径 $70 \sim 50 \mu$ (250/300メッシュ)のフェライト(最大磁化 60emu/g)を用いた。

非磁性トナーとしては、スチレン/ブタジエン共重合体系樹脂100部に銅フタロシアニン系顔料5部から成る平均粒径 10μ のトナー粉体にコロイダルシリカ0.6%を外添したブルートナーを用いたところ、スリーブ22表面上にコーティング厚約 $20 \sim 30 \mu \text{m}$ のトナー塗布量を得、さらにその上層として $100 \sim 200 \mu$ の磁性粒子層を得た。各磁性粒子の表面上には上記トナーが付着している。

このときのスリーブ22上の磁性粒子と全トナーとの合計重量は約 $2.43 \times 10^{-2} \text{g/cm}^2$ であった。

このときの磁性粒子付着トナーとスリーブ付着トナーの重量比は約2:1であった。

磁性粒子は現像部およびその近傍でスリーブ22内の磁極23bにより磁界によって穂立ちして、最大長約0.9mm程の穂立ちブラシを形成していた。

帯電量をブローオフ法で測定したところスリーブ上及び磁性粒子上のトナーのトリボ電荷量が $+10 \mu \text{C/g}$ であった。

この現像装置をキヤノン(株)製PC-10型複写機に組み込み、感光ドラム3(有機感光材料製)とスリーブ22の表面との間隔を $350 \mu \text{m}$ とした。この条件で体積比率を求めると、約10%であった($h = 350 \mu \text{m}$ 、 $M = 2.43 \times 10^{-2} \text{g/cm}^2$ 、 $\rho = 5.5 \text{g/cm}^3$ 、 $T/(T+C) = 20.4$ %)。バイアス電源34として周波数1600Hz、ピーク対ピーク値1300Vの交流電圧に -300V の直流電圧を重畳させたものを用いて現像を行なったところ、良好なブルー色の画像を得た。

また、バク黒画像について現像し、現像後のスリーブ面を観察したところ、磁性粒子に付着したトナー及びスリーブ上のトナーはほとんど消費され100%近い現像効率で現像が行なわれていた。

現像特性についてもカブリが無く、かつ第3図にXで示した曲線の現像特性を得ることができた。

以上に説明のごとく、本実施例によれば、高画像濃度、高現像効率で、かぶり、ゴースト像、掃目むら、負性特性のない現像を行なうことができる。

スリーブ22の材料としてはアルミニウムのほが真ちゅうやステンレス鋼などの導電体、紙筒や合成樹脂の円筒を使用可能である。また、これら円筒の表面を導電処理するか、導電体で構成すると現像電極として機能させることもできる。さらに、芯ロールを用いてその周面に導電性を弾性体、例えば導電性スポンジを巻装して構成してもよい。

現像部の磁極23bについては、実施例では現像部の中央に磁極を配置したが、中央からずらした位置としてもよく、また磁極間に現像部を配置するようにしてもよい。

トナーには、流動性を高めるためにシリカ粒子や、例えば転写方式画像形成方法に於て潜像保持部材たる感光ドラム3の表面の研磨のために研磨剤粒子等の外添してもよい。トナー中に少量の磁性粒子を加えたものを用いてもよい。すなわち、磁性粒子に比べ著しく弱い磁性であり、トリボ帯電可能であれば磁性トナーも用いることができる。

ゴースト像現象を防止するために、容器21内へ戻り回転したスリーブ22面から現像に供されずにスリーブ22上に残った現像剤層を、一旦スクレーパ手段(不図示)でかき落とし、そのかき落としされたスリーブ面を磁性粒子層に接触させて現像剤の再コーティングを行なわせるようにしてもよい。

磁性粒子とトナーとの濃度を検出して、この出力に応じて自動的にトナーを補給する機構を設けてもよい。

本発明の現像装置は容器21、スリーブ22およびブレード24などを一体化した使いすてタイプの現像器としても、画像形成装置に固定された通常現像器としても使用可能である。

発明の効果

以上説明のごとく、本発明によれば、高画像濃度で高現像効率現像装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

第1図は本発明の実施例による現像装置の断面図である。

第2図は第1図の現像装置の現像部の拡大断面図である。

第3図は本発明の実施例による現像装置の現像特性曲線を示す。

第4図は本発明による現像装置における好ましい磁性粒子の穂の形成状態を示す断面図である。

第5図は同じく好ましくない磁性粒子の穂の形成状態を示す断面図である。

符号の説明

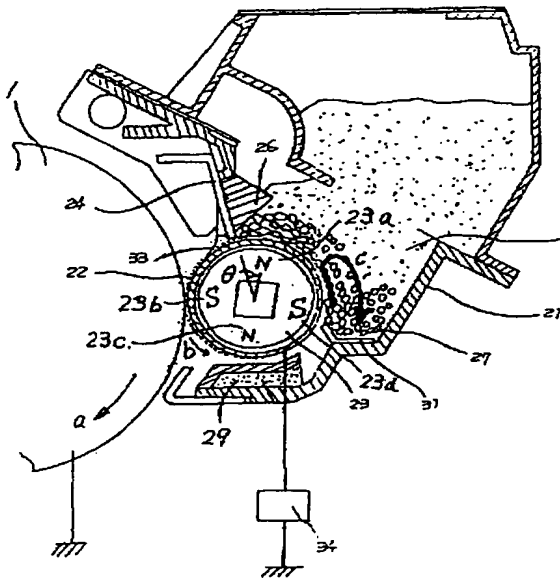
1 ……潜像担持体(感光ドラム)

21 ……現像剤容器(容器)

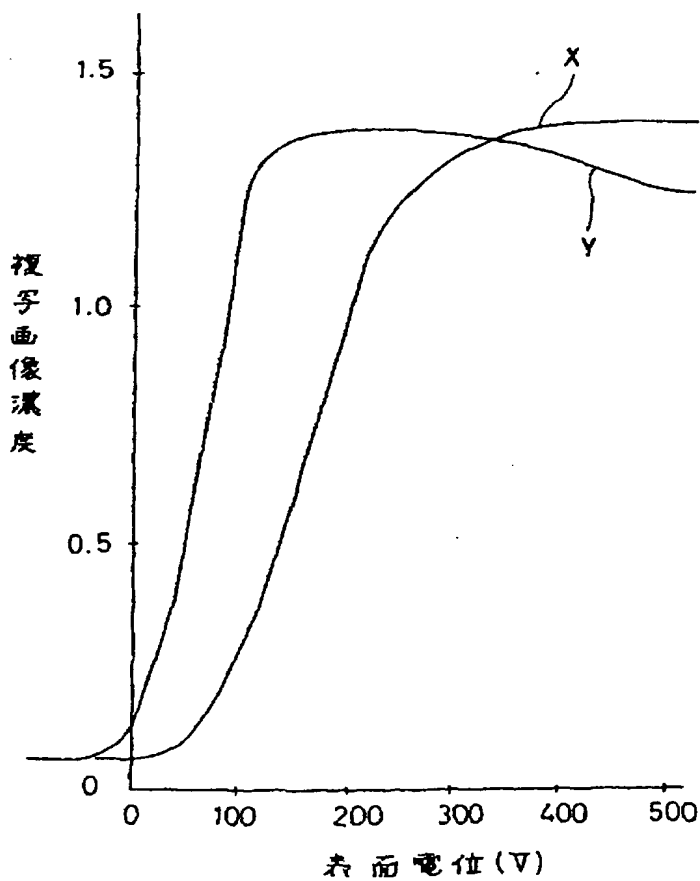
15
22……現像剤保持部材（スリーブ）
23……磁界発生手段（磁石）
27……磁性粒子

16
28……トナー粒子（トナー）
代表図面
第1図

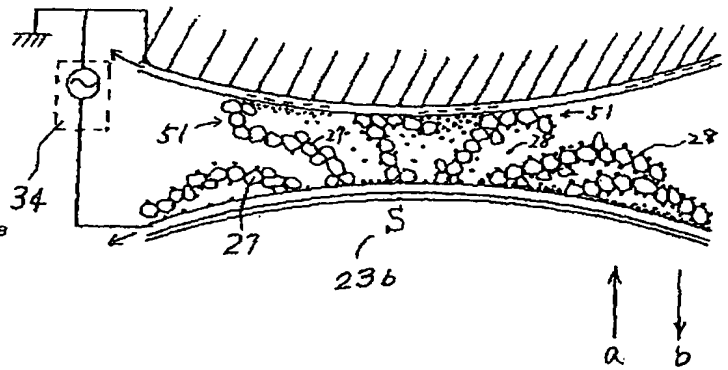
【第1図】



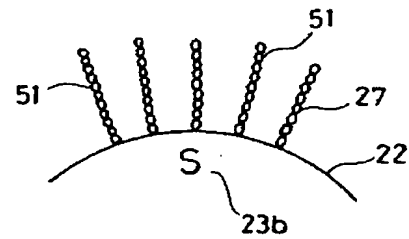
【第3図】



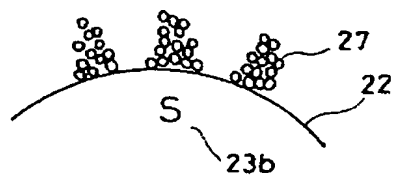
【第2図】



【第4図】



【第5図】



フロントページの続き

- (56) 参考文献 特開 昭59-222851 (J P, A)
特開 昭59-67565 (J P, A)
特開 昭59-155868 (J P, A)
特開 昭60-41049 (J P, A)